

البولومتري ، (٣) نصف القطر ، (٤) درجة الحرارة الفعالة : أى درجة حرارة جسم أسود يشع في كل ثانية من وحدة مساحة سطحه نفس الطاقة مثل النجم ، (٥) النوع الطيفي الذي يميز تفاصيل طيف النجم ، (٦) الكثافة المتوسطة ، (٧) إنتاج الطاقة المتوسط في النجم لكل جوام من مادته في كل ثانية ، (٨) عجلة التثاقل على سطح النجم ، (٩) فترة دوران النجم أو سرعة دورانه عند خطه الاستوائى ، (١٠) المجال المغناطيسى ، (١١) التركيب الكيماوى .

ترتبط بعض هذه الأبعاد بالتعريف مع البعض الآخر فمثلا نجد أن الكثافة ρ تتحدد بمعلومية كل من نصف القطر R والكتلة M للنجم وبالتحديد فإن

$$\rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R^3}$$

على أن π هى النسبة التقريبية وتساوى ٣,١٤١٦ . كما أن إنتاج الطاقة المتوسط ϵ ينتج من كل من قوة الإشعاع L والكتلة . وبالتحديد فإن $\epsilon = \frac{L}{M}$ كذلك فإن عجلة التثاقل على سطح

النجم تعتمد على كل من الكتلة ونصف قطر النجم وبالتحديد فإن $g = \frac{GM}{R^2}$ حيث G

هو ثابت الجاذبية (تساوى $6.67 \times 10^{-8} \text{ سم}^3/\text{جم} \cdot \text{ث}^2$) . وبين قوة الأشعاع ونصف القطر ودرجة الحرارة الفعالة توجد العلاقة

$$L = 4\pi\sigma T_e^4 R^2$$

حيث σ هو ثابت ستيفان - بولتزمان ($\sigma = 5.67 \times 10^{-5} \text{ إرج} \cdot \text{سم}^{-2} \cdot \text{ث}^{-1} \cdot \text{درجة}^{-4}$)

ويعتمد النوع الطيفي لنجم ما على كل من درجة الحرارة الفعالة وعجلة التثاقل على سطح النجم وبالتالي على ما يسود في غلاف النجم من ضغط . إذ أن كل من درجة الحرارة والضغط يتحكمان من حيث إثارة وتأيين الغلاف الجوى وبالتالي في شدة الخطوط الطيفية التي تحدد النوع الطيفي .

وإذا ما صرفنا النظر عن فترة الدوران وعن المجال المغناطيسى ، الذى يحتمل أن يتحدد أيضا بأبعاد

أ

إبط الجوزاء

Beteiguse, Betelgeuse (A)

هو النجم اليسارى (α) من الكتف في كوكبة الجبار ، وهو عباره عن نجم متغير من نوع إتبيا قيفاوى ، يتأرجح لمعانه البصرى الظاهرى بين ٠,٤ و ١,٣ قدرا وذلك في دورة طولها حوالى ٥,٧ سنة . ينبع النجم كلا من النوع الطيفي M2 والقوة الإشعاعية I ، أى أنه فوق عملاق أحمر . وبمقارنة النجم بالشمس نجد أن له أكثر من عشرة آلاف مرة قدر قوة إشعاعها ويبلغ قطره من حوالى ٣٠٠ إلى ٤٠٠ مرة قدر قطرها . أى أن إبط الجوزاء فيه مكان لمدار الشمس الظاهرى حول الأرض . تقدر درجة الحرارة الفعالة لهذا النجم بأقل من ٤٠٠٠° ك ولهذا يبدو أصفر محمر خصوصا عند مقارنته بالنجم المجاور - الرجل (رجل الجبار) - الذى له درجة حرارة أعلى من ذلك . يبعد إبط الجوزاء عنا بحوالى ١٨ بارسك أى ١٠٠ سنة ضوئية .

الأبعاد الطبيعية (أبعاد الحالة)

stellar characteristics

caractéristiques stellaires (pf)

Zustandsgrösse (pm)

هى الأبعاد التى يتم رصدها مباشرة أو غير مباشرة ، والتى تحدد مع أبعاد أخرى الحالة الفيزيائية للنجم .

والأبعاد الطبيعية هى : (١) الكتلة ، (٢) قوة الإشعاع ، أى ما ينبعث في كل ثانية من طاقة النجم الكلية تعطى إما بالإرج / ث أو باللمعان المطلق

أنه يتضح من نظرية التركيب الداخلى للنجوم - بصرف النظر عن كل من فترة الدوران والمجال المغناطيسى - أن الكتلة والتركيب الكيماوى وحدهما يحددان الحالة الفيزيائية للنجم ، أى أيضا قوة إشعاعه ونصف قطره . من هنا فلنأ - بصرف النظر عن الدوران والمجال المغناطيسى - نجد أن هناك فقط بعدين مستقلين عن بعضهما وكل الأبعاد الأخرى تعتمد عليهما .

وما يتم رصده من قيم مزدوجة لبعدين نقوم بتوقيعه فى شكل حاله ، وفى أشهرها ،

طبيعية أخرى فإنه تتبنى أربعة أبعاد لا ترتبط مع بعضها بعلاقات أساسها التعريف الفيزيائى للأبعاد المختلفة . (يمكن صرف النظر عن كل من فترة الدوران والمجال المغناطيسى لأنه أمكن فقط رصدهما فى عدد قليل جدا نسبيا من النجوم . أما إذا كان لنجم ما دوران ملحوظ فإن أبعادا أخرى تتأثر بذلك مثل قوة الإشعاع وعجلة التناقل) . وكأبعاد مستقلة فلنأ نعتبر كل من الكتلة ، وقوة الإشعاع ، ونصف القطر ، والتركيب الكيماوى وكذلك النوع الطبقي - بسبب الارتباط المعقد بالأبعاد الفيزيائية المختلفة . إلا

الأبعاد الطبيعية المتوسطة لأنواع مختلفة فى طيفها وقوة إشعاعها بوحدهات الشمس

النوع الطبقي ونوع قوة الاشاع	قوة الإشعاع	الكتلة	نصف القطر	درجة الحرارة الفعالة	الكثافة المتوسطة	متوسط إنتاج الطاقة	عجلة التناقل على السطح
BO V	٨٠٠٠	١٧	٧.٥	٣.٨	٠.٠٤	٤٠٠	٠.٣
AO V	٦٠	٣.٢	٢.٦	١.٨	٠.٢	٢٠	٠.٥
FO V	٦	١.٨	١.٤	١.٣	٠.٧	٤	٠.٩
GO V	١	١.١	١.٠	١.٠	١.٠	٠.٩	١.١
KO V	٠.٤	٠.٨	٠.٨	٠.٨	١.٦	٠.٥	١.٢
MO V	٠.٠٦	٠.٥	٠.٦	٠.٦	٢.٠	٠.١	١.٤
FO III	١٥	٢.٥	٤	١.٠	٠.٠٤	٦	٠.٢
GO III	٤٠	٢.٥	٦	٠.٩	٠.٠٠٣	١٢	٠.٠٧
KO III	٨٠	٣.٥	١٦	٠.٧	٠.٠٠٠١	٢٠	١.٠١
MO III	٤٠٠	٥.٠	٤٠	٠.٦	٠.٠٠٨	٨٠	٠.٠٠٣
PO B	٢٠٠٠٠٠	٥٠	٢٠	٤.٧	٠.٠٠٠٦	٤٠٠٠	٠.١
AO I	٢٠٠٠٠	١٦	٤٠	١.٩	٠.٠٠٠٢	١٠٠٠	٠.٠١
FO I	٦٠٠٠	١٢	٦٠	١.١	٠.٠٠٠٠٦	٥٠٠	٠.٠٠٣
DAO	٠.٠٠٠٥	٠.٦	٠.١٣	١.٢	٣.٠٠٠٠٠	٠.٠٠٠٠٨	٣.٠٠٠
الشمس G2 V	٣.٣١٠ × ٣.٨٦	٣.٣١٠ × ١.٩٩	١.٠ × ٧.٠	٥٧٨٥	١.٤	١.٩	٤.١٠ ٢.٧ سم ث - ٢

العلوم النظرية والعملية في الطب وأضاف إليها. كما قام بأرصاد فلكيه ورأى ضرورة أن تكون سرعة الضوء متناهية. وقد تم إطلاق اسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئي للقمر.

ابن الهيثم

Ibn El Halitham (A)

هو الحسن بن الهيثم الذي ولد في البصرة حوالي عام ٩٦٥ وتوفي في مصر عام ١٠٣٩. من عباقرة العرب. ترك آثارا خالده في الرياضيات والطبيعة. وهو من علماء البصريين المشهورين في العالم كله في العصور الوسطى. وقد بقيت مؤلفاته منها لعلماء أوروبا الذين سحرتهم بحوثه في الضوء. ومن هذه المؤلفات كتاب المناظر، الذي يعالج فيه موضوع إنكسار الضوء ومقاديره. وقد كان هذا الكتاب أهم مؤلف منذ عهد بطليموس، الأمر الذي أدى إلى طبعه في بازل عام ١٥٧٢ فكان عونا لكبلر في أبحاثه. ولابن الهيثم ما يزيد على عشرين رسالة في الفلك منها مائة الأثر على وجه القمر وإرتفاع القطب وهيئة العالم.

ابن يونس

Ibn Junis (A)

هو أبو سعد عبد الرحمن بن يونس المولود بمصر حوالي عام ٩٥٠ والمتوفى بها عام ١٠٠٩. من مشاهير الفلكيين الذين ظهروا بعد البتاني وأبو الوفا البوزجاني وربما كان أعظم فلكي في عصره. سبق جاليليو إلى اختراع بندول الساعة. ولنبوغه أجزل له الفاطميون العطاء. وأنشأ له مرصدا على جبل المقطم قرب القسطنطينية، وأمره العزيز الفاطمي بعمل جداول فلكية أتمها في عهد الحاكم، ولد العزيز، وسماها «الزيج الحاكمي». إشمعل هذا الزيج على ٨١ فصلا وكانت تعتمد عليه مصر في تقويم الكواكب. وقد ترجمت بعض فصول هذا الزيج إلى اللغات

شكل هرتزسبرنج - رسل توجد العلاقة بين قوة الأشعاع والنوع الطيفي، بينما في شكل آخر نجد علاقة الكتلة - وقوة الإشعاع.

إن مدى تغيير الأبعاد الطبيعية المختلفة كبير جدا. ويوجد أقل تشتت في كل من قيم الكتل ودرجات الحرارة الفعالة بينما نجد أن قيم الكثافة المتوسطة تتغير فوق أسس كبيرة للعدد عشره. ويحتوى الجدول الآتي على مدى تقريبي (وليست القيم المتطرفة المعروفة) للأبعاد الفيزيائية، وكلها منسوبة إلى القيم الماظرة

الكتلة	من ١٥-٢	إلى ٥٠
قوة الإشعاع	من ١٠-٣	إلى ١٠
درجة الحرارة الفعالة	من ٠,٥	إلى ١٢
نصف القطر	من ١٠-٢	إلى ٣٠٠
الكثافة المتوسطة	من ١٠-٧	إلى ١٠
متوسط إنتاج الطاقة	من ١٠-٢	إلى ١٠

للشمس وعن الأبعاد الطبيعية كل على حده إنظر تحت أسمائها. ١

أبن إزرا

Abenezra (A)

هو أبراهام بار راي بن إزرا (١٠٩٢ - ١١٦٧) اليهودي الذي شهد مؤرخو العلوم بقيمة كتاباته الرياضية والفلكية. ولد في توليدو، ثم رحل لعدة سنوات إلى كل من مصر وإيطاليا وزار إنجلترا وتوفي في روما. وإعترافا بفضلته على علم الفلك تم إطلاق اسمه على إحدى المناطق بالسطح غير المرئي من القمر.

أبن سينا

Avicenna (A)

هو أبو علي ابن سينا (٩٨٠ - ١٠٣٧) الفيزيائي والفيلسوف الفارسي وأعظم أطباء عصره. رابط بين

أبولو

Apollo (L)
apollo
apollo (sm)
Apollo (sm)

كوكب

الاتجاهات السماوية

celestial directions
directions celestes (pf)
Himmelsrichtungen (pf)

هي الاتجاهات إلى تقاطع كل من دائرة الزوال والدوائر الرأسية مع الأفق. والاتجاهات السماوية الأصلية هي الشمال N والشرق O والجنوب S والغرب W. والشمال والجنوب يتحددان بنقط تقاطع دائرة الزوال مع الأفق (في نقطة الشمال ونقطة الجنوب)، بينما الشرق والغرب يتحددان بنقطتي الأفق اللتان تتلاقيان عندهما الدائرة، التي تصنع زاوية ٩٠° على كل من الأفق ودائرة الزوال (نقطتي الشرق والغرب). كما يمكن الإشارة إلى اتجاهات بينية مثل الجنوب الغربي SW وجنوب الجنوب الغربي SSW. وتزداد شمالية نقطة ما على الكرة السماوية كلما إقتربت تلك النقطة من القطب الشمال. وعن الطرق السريعة لتعيين الاتجاهات السماوية ← التوجيه بالأجرام السماوية.

الإتحاد الفلكي الدولي

International Astronomical Union (IAU)
Union Internationale Astronomique (UIA) (sf)
International Astronomische Union, (IAU) (sf)

إتحاد يضم جميع الفلكيين في كل الدول بهدف العمل سويا للنهوض بعلم الفلك. ينعقد مؤتمر الإتحاد الفلكي الدولي كل ثلاث سنوات (١٩٦٤ هامبورج، ١٩٦٧ براغ، ١٩٧٠ بريتن، ١٩٧٣ سيدني، ١٩٧٦ جرينوبل، ١٩٧٩ مونتريال، ١٩٨٢ باتراس) ويستمع إلى تقارير عن التقدم في جميع فروع الأبحاث الفلكية. ينقسم العمل العلمي في الإتحاد الفلكي الدولي إلى

الأجنبي. وابن يونس هو الذي رصد كسوف الشمس وخسوف القمر عام ٩٧٨ في القاهرة، وأثبت فيها تزايد حركة القمر، وحسب ميل دائرة البروج فجاءت أدق ما عُرف قبل إدخال الآلات الفلكية الحديثة. وتقديرا لجهوده الفلكية تم إطلاق اسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئي من القمر.

أبو الفدا

Abulfeda (A)

هو إسماعيل أبو الفدا (١٢٧٣-١٣٣١) الأمير السوري المولود بمدينة دمشق من نسب يتصل بوالد صلاح الدين. أحد عباقرة الجغرافيين العرب في مدرسة المأمون العلمية بمدينة بغداد. كتب موسوعة في الجغرافيا جمع فيها أعمال من سبقوه، كما ضمنها طرقا جديدة لتعيين خطوط عرض وطول الأماكن. كان مؤرخا وفلكيا. ولما له من أفضال على تقدم العلوم الفلكية تم إطلاق اسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئي من القمر.

أبو الوفا

Abul Wefa (A)

رياضي وفلكي عربي كبير ولد حوالي عام ٩٤٠ م في بتسوجان (فارس) وتوفي عام ٩٩٨ م. اشتهر بالفلك وأستخدم القياسات الهندسية في المسائل الفلكية كما أصدر كتابا فلكيا شاملا. وهو مكتشف ثاني أكبر اختلاف في حركة القمر المدارية وذلك عام ٩٨٠ (نسب هذا الإكتشاف إلى تيكوبراهي) ولما له من أفضال على تقدم العلوم الفلكية تم إطلاق اسم أبي الوفا على إحدى مناطق السطح غير المرئي من القمر.

أبو جلمبو

crab
cancer (sm), écrivisse (sf)
Krebs (sm)

سديم أبو جلمبو

مستوى الطاقة الأقل ويُشعُّ أثناء ذلك ضوءاً (ضوء الإثارة). في حالة التعادل الحراري لكتلة غازية تحدث عدد من عمليات الإثارة مساو لعمليات الإشعاع التي تُزيل الإثارة، ومن هذا التعادل نستطيع حساب عدد الذرات الموجودة في مستوى طاقة معين. بهذه الطريقة نحصل على قاعدة بولتزمان للتوزيع التي تقول بأنه في غاز ما يزداد عدد الذرات المثارة كلما ارتفعت درجة حرارة الغاز.

الإثارة الاصطناعية

collisional excitation
excitation par collision (sf)
Stossanregung (sf)

← الإثارة

الإثارة الضوئية

photoexcitation
photoexcitation (sf)
Photoanregung (sf)

هي ← إثارة ذره ما عن طريق إمتصاص الضوء.

أجسام هيريج هارو

Herbig - Haro - Objects
objects de Herbig - Haro (pm)
Herbig - Haro - Objecte (pn)

مناطق خافتة الإضاءة على الكرة السماوية ولها أشكال عُقدية ويبدو فيها غالباً شكل نواة على هيئة نجم، وقد سميت هذه الأجسام بإسم مكتشفها. لأجسام هيريج هارو إشعاعاً مستمراً وخطوط انبعاث قوية. كما أن تلك الأجسام توجد في مناطق غنية بمادة ما بين النجوم التي يدل عليها الإمتصاص القوي. وتوجد مزاعم مختلفة بأن أجسام هيريج هارو عبارة عن نجوم حديثة التكوين. وقد لفتت الصور التي ألتقطت لأجسام هيريج هارو في منطقة الجبار الأنظار عام ١٩٥٤ وذلك بعد إكتشاف نواتين شبيهتين بنجم لم يكونا موجودين من قبل على صورته إلتقطت في عام

أكثر من ٥٠ لجنة علمية تهتم بالمجالات المختلفة. بجانب ذلك ينعقد عديد من الإجتماعات الدولية العلمية بين حين وآخر.

الإتساع

expansion
expansion (sf)
Expansion (sf)

(١) إتساع الكون ← الممدد؛

(٢) إتساع الخطوط الطيفية ← الإتساع

الضغطي.

الإتساع الضغطي

pressure broadening
élargissement par pression (sm)
Druckverbereitung (sf)

هو إتساع أو زيادة في عرض الخطوط الطيفية بدرجة تعتمد على ضغط الغاز ← الطيف.

الإتصالين

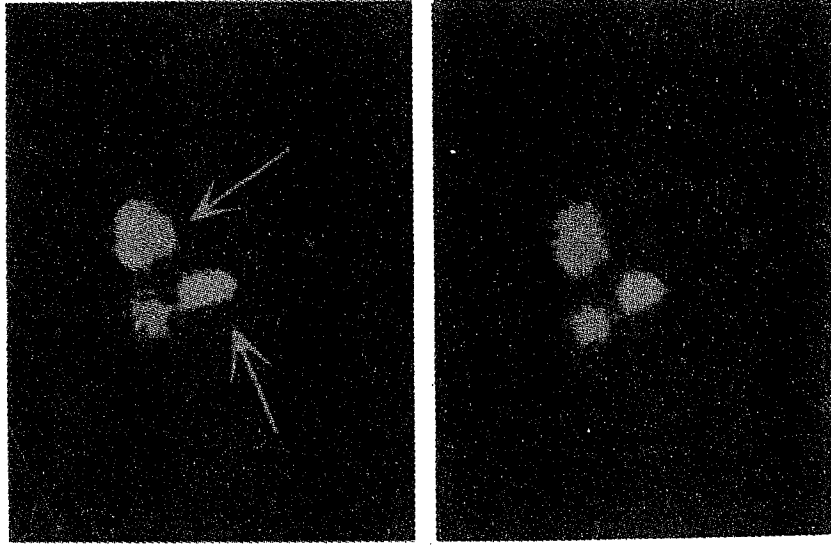
syzygies
syzygies (pf)
Syzygien (pf)

هما وقتنا الهلال والبدر (← أوجه القمر).

إثارة

excitation
excitation (sf)
Anregung (sf)

هي إنتقال إليكترون في الذرة من مدار ذا طاقة أقل إلى مدار ذا طاقة أكبر (← تركيب الذرة). وفرق الطاقة - طاقة الإثارة - لابد أن يُعطى للذرة عن طريق الإصطدام في حالة الإثارة بالتصادم أو بإمتصاص كم ضوئي في حالة الإثارة الضوئية. والطاقة $h\nu$ (h هوكم بلانك الفعال) للكم الضوئي الممتص لابد أن تساوى تماماً طاقة الإثارة ΔE بحيث تعطى الذبذبة (بالعلاقة $h\nu = \Delta E$ وبعد مضي فترة زمنية أقل عادة من 10^{-10} ث فإن الاليكترون يعود من تلقاء نفسه إلى



جسم هريج - هارو رقم ١ في كوكبة الجبار . وقد إلتقطت الصورة اليسرى عام ١٩٤٧
بينما اليمنى عام ١٩٥٤ . ويدل السهان على موضعين لم يكونا مميزين في اللقطة القديمة .

الذى يختص بتجميع ما يصلنا من ضوء وتكوين الصورة وتكبير زاوية البصر . وإذا ما إحتوت المناظير التى تودى هذه الوظيفة على عدسات فإنها تسمى ————— بالمناظير الكاسرة ، أما إذا كانت مزودة بمرآيا فإنها تسمى ————— بالمناظير العاكسة . ويمكن إستخدام المنظار مباشرة لمشاهدة الأجسام الفلكية كما يمكن كذلك إستعمالها على شكل كاميرات للتصوير الفلكى ، والاستخدام الأخير هو الغالب فى الوقت الحديث ، إذ تمكنتنا خاصية تجميع المناظير للضوء ، وخصوصا مع إستعمال تكنيه التصوير ، من الوصول إلى أجسام خافته لم يكن من الممكن رؤيتها بالعين المجردة . ولا تستخدم كفاءة المنظار فى تكبير الزوايا للرصد المريح فقط وإنما فى زياده دقة قياس الزوايا ، الشئ الذى يتطلبه تحديد الاتجاهات ، ومن هنا فإن المناظير فى صورها المختلفة تزود بأجزاء إضافية خاصه مثل الميكرومترات ، ————— آلة القياس الزاويه . ولقياس أصغر الزوايا تستخدم ————— مقاييس التداخل . ويتطلب قياس شدة ما يصلنا من ضوء الأجسام غير الأرضية ، أى لمعانها ، أجزاء إضافية أخرى ، ————— الفوتومتر . وتلك الأجهزة الإضافية يمكن أن تُركب كجزء من أجهزة

١٩٤٧ . وما يضعف من هذه الإحتمال أن أجسام هريج هارو ليس لها فقط زيادة فى اللمعان وإنما أيضا تغيير ضوئى .

أجنحة الخطوط الطيفية

wings of the spectral lines
ailes de raies (pf)
Linienflügel (sm)

← لطيف .

الأجهزة

instruments
instruments (pm)
Instrumente (pn)

يستخدم فى الفلك أنواع كثيرة من الأجهزة ، إلا أن أهمها أجهزة الأرصاد التى يتم بها رصد الأجسام الموجودة خارج الأرض . وبجانب ذلك فإننا نحتاج إلى سلسلة من الأجهزة الإضافية وأجهزة إستخلاص النتائج من الأرصاد .

تستخدم أجهزة الرصد لإستقبال ودراسة وقياس ما يصلنا من إشعاع الأجسام غير الأرضية . ولما كانت هذه الأجهزة تعمل فى الغالب على إستقبال الأشعة الضوئية فإن الأجهزة الفلكية هى آلات ضوئية قبل كل شئ . إن أهم جهاز رصد هو ————— المنظار

«الحنومون» أو المزولة الرأسية

من الأجهزة القديمة وكان معروفا أيام البابليون وأستخدمته كذلك شعوبا أخرى كثيرة . وهذا الجهاز عبارة عن قائم رأسى تتبع ظله ، أى عبارة عن ساعة شمسية بسيطة ، يشير فيها إتجاه الظل إلى إتجاه الشمس كما يعطى طول الظل درجة إرتفاع الشمس . وكان من الممكن تحديد التاريخ من السنة تقريبا عن طريق إختلاف طول الظل وقت الظهر أى بواسطة درجة الإرتفاع العبورى للشمس . وفى ساعات شمسية أخرى كان قائم الظل يصنع على شكل كره موضوعة فى جسم مقعر . وكانت مثل هذه الأجهزة معروفة لدى الاغريق بإسمى الاسكافى والهليوتروب . وفى أرصاد الشمس من حيث تحديد النقط الزمنية الهامة للحسابات مثل نقطتى الانقلاب الشمسى بنيت فى كثير من البلاد أجهزة كبيرة للمشاهدة أشهرها ما هو موجود فى «ستونى هنجى» بإنجلترا . ومن آلات المشاهدة القديمة سهلة الحمل مسطرة إختلاف المنظر . وبها كان الجرم السماوى يشاهد فوق قائم يدور على قائم آخر على أن يُقرأ إرتفاع الجرم السماوى على قائم ثالث يقفل المثلث . وكانت الحلقة أو الأرميله متعددة الإستعمال وأستخدمها على سبيل المثال كل من هيارخ وبطليموس فى كثير من الأرصاد . وتتكون هذه الآلة من عديد من الدوائر المقسمة التى يمكن إدارة بعضها داخل البعض الآخر ، كما روى فيها وجود الدوائر الأساسية للكره السماوى خصوصا البروج والأفق ودائرة الزوال ويتم ضبط مؤشر مع إتجاه الجرم السماوى وقراءة إحداثياته . وقد قام العرب بتطوير هذه الآلة إلى الاسطرلاب الذى لم يقتصر استخدامه فقط على تحديد أماكن النجوم بل تجاوز ذلك إلى حل المسائل الفلكية الكروية . وبعد القائم الصليبى (قائم يعقوب أو العصى المستقيمة) المصنوع من عدة عصى على شكل صليب إحدى الأجهزة السهلة للمشاهدة . ويرجع تصميم آلة الربع إلى العصور القديمة ، وقد ظلت هذه أهم الأجهزة الفلكية حتى

الرصد على المنظار . أما إذا إريد فحص طيف الإشعاع فإن ذلك يستلزم تركيب جزء مكمل على المنظار . ————— المطياف .

وفى الأرصاد الشمسية تستخدم أنواع كثيرة من الأجهزة الخاصة تختلف أساسا عما يستخدم فى الأرصاد الفلكية الأخرى وذلك لشدة غزارة إشعاع الشمس .

منذ الأربعينيات يتم رصد ما يصلنا من إشعاع الأجسام غير الأرضية فى النطاق الراديوى ، الشئ الذى يتطلب تطوير ————— أجهزة الفلك الراديوى تختلف عما سواها من أجهزة النطاق البصرى .

وطالما أننا لم نتمكن من إستخلاص النتائج على المنظار مباشرة فإن هذا يتطلب أجهزة أخرى للتحليل وإستخلاص النتائج . يتضح ذلك بجلاء فى الأرصاد الفوتوغرافية . ولتحليل ودراسة الألواح الفوتوغرافية فإننا نستخدم أنواع خاصة من ————— الفوتومترات و ————— أجهزة المقارنة و ————— جهاز قياس الأحداثيات .

وأخيرا فإنه من الضرورى أيضا لكثير من الأرصاد الفلكية من ————— ساعات دقيقة وكذلك ————— كرونوجرافات (أى كاتبات الزمن) .

تعتمد الأبحاث الفلكية دائما على مستوى تكنولوجية الرصد وبالتالي على الحالة التكنولوجية لأجهزة الأرصاد . ويؤدى إدخال أجهزة فلكية جديدة إلى تقدم ملموس فى فروع كثيرة من الفلك . كذلك فإن العكس صحيح ، إذ يعطى التقدم الكبير لفرع ما من فروع الفلك أفكارا جديدة لتشييد أجهزة حديثة . عرض تاريخى : قبل إختراع المنظار كانت جميع الأجهزة الفلكية عبارة عن أجهزة قياس زوايا وكانت تستخدم فى تتبع مكان ومسار الأجرام السماوية بطريقة أفضل مما يمكن بواسطة العين المجردة . وعلى وجه الخصوص فقد استخدمت تلك الأجهزة فى تحديد الزمن .

بيكارد (١٦٢٠ - ١٦٨٢). ويعد تلميذه رومر المخترع الحقيقي لمنظار الزوال وآلة العبور. كان أول منظار عاكس أدخل في مجال الفلك من تصميم نيوتن عام ١٦٧١ الذي استخدم فيه مرايا معدنية مشطوفة. وبعد حوالي ١٠٠ سنة استعمل وليام هرشل أيضا مرايا معدنية يصل قطرها إلى متر في صنع منظاره العاكس الشهير. وأدخلت المرايا الزجاجية المفضضة بدلا من المرايا المعدنية في منتصف القرن التاسع عشر. وفي القرن الماضي كان للفلكي ج. فراونهوفر أفضال كثيرة في تطوير المنظار الفلكي، فقد عُرفت في جميع أنحاء العالم المرايا التي قام بشطفها كما لا يزال نظامه في تصميم المنظار معمولاً به حتى الآن. وفي النصف الثاني من القرن الماضي تم فتح مجالات جديدة للأرصاء الفلكية لم تكن تطرق على بال وذلك بإدخال التصوير الفلكي. وقد تأثر كذلك تصميم المنظار الذي أصبح يستخدم على شكل كاميرا. وبالمثل فإن علم الطيف وتطبيقاته الفلكية بعد من منجزات القرن الماضي. فقد قام فراونهوفر بدراسة طيف الشمس بمطابقة. وجاء التقدم الفاصل في عام ١٨٩٠ عندما أدخلت المطيافات الفوتوغرافية أي دراسة الطيف بطريقة التصوير وليس بالعين مباشرة. وكان للعالم ه. س. فوجل في بوتسدام فضل كبير في تطوير المطياف النجمي. كما تم تطوير أسطروجرافات عديدة العدسات لتصوير الحقول الكبيرة من النجوم وظلت الوسيلة الوحيدة لهذا الغرض حتى عام ١٩٣٠ إلى أن قام ب. شميت بتصميم منظار عاكس مستخدماً النظام الذي اخترعه للمنظار. كانت أولى الآلات الراديوية هي أجهزة القياس الراديوي التي بنيت واستخدمت أثناء الحرب العالمية الثانية.

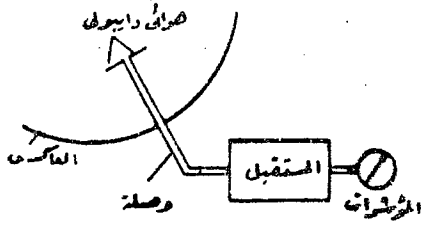
الأجهزة الفلكية

astronomical instruments
instruments astronomiques (pm)
astronomische Instrumente (pn)

← الأجهزة

إختراع المنظار. وتتكون آلة الربع من قائم متحرك يمكن بواسطة قراءه إرتفاع النجم على دائرة عمودية مقسمة. وقد بُنيت آلات ربع كبيرة تم تثبيتها على حوائط في اتجاه خط الزوال واستخدمت تلك الأرباع الحائطية، كنواه لمناظير الزوال الحالية، في أرصاد العبور. وإذا أمكن إدارة آلة الربع على محور بحيث يمكن قراءة زاوية السميت عليها فإنها تعرف بآلة الربع السميتية. وقد ظلت آلة الربع تتحسن مع الزمن في شكلها ودقة تواريجها وازداد إرتفاعها عن الأرض ونجلى أوج تطورها في الآلات الشهيرة التي استخدمها تيكوبراهي. وترجع جميع الأجهزة المستخدمة في العصور الوسطى أساساً إلى تصميمات من العصور القديمة.

حدث التغيير الأساسي في ذلك الوضع بإختراع المنظار حوالي عام ١٦٠٠ أو بدقة أكثر في القول، بإدخال المنظار في الأرصاد الفلكية على يد جاليلي عام ١٦٠٩. تم إختراع المنظار في هولندا أولاً. ومن الواضح أن ذلك حدث في مناطق كثيرة في نفس الوقت. وبعد كل من ج. ليبري (ليبرزهايم) ولابري و ج. متيوس وز. يانسن مخترعا للمنظار. ويعرف الشكل من المناظير الذي استخدمه جاليلي بمنظار جاليلي أو المنظار الهولندي أما المنظار الفلكي أو منظار كبلر فقد قام كبلر بتصميمه. أدى إدخال المنظار في الأرصاد السماوية إلى تطور ثوري في تكنولوجيا تلك الأرصاد وإلى الحصول على معلومات جديدة تماماً مثل ما حدث بعد ذلك عندما أدخل التصوير في التصوير الفوتوغرافي. ومن المدهش أن المنظار لم يستخدم في قياس الزوايا إلا في النصف الثاني من القرن السابع عشر. وعلى سبيل المثال نجد هيفينيوس يشاهد بشوق القمر والكواكب بواسطة منظار من صنعه إلا أنه استعمل على الرغم من ذلك آلة الربع كآلة قياس زوايا وذلك لتحديد الأماكن. أما تطوير المناظير بتركيب دوائر لآلات القياس فقد تم حوالي عام ١٦٧٠ خصوصاً على يد الفلكي الفرنسي



(١) رسم تخطيطي لمنظار راديوي

الغالب ثنائي القطب وطوله مساو لنصف طول موجة الشعاع المراد إستقباله. يتكون السطح المكافئ من قضبان من الصلب ومغطى بصفائح معدنية أو بشبكة سلكية حتى يقل تأثير الرياح. وفي الحالة الأخيرة فإن إتساع عيون الشبكة لابد أن يكون صغيرا بالنسبة لطول الموجة حتى يحدث إنعكاس حقيقي يتم تشييد العاكس بحيث يمكن بواسطته رؤية أى جزء في السماء وكذلك متابعة هذا الجزء في أثناء دورانه اليومي الظاهري. ومن الأرخص تجهيز وتركيب جهاز زوال راديوي يتحرك فقط في خط الزوال. ويتم أخذ الأرصاد بهذا الجهاز عندما يتواجد الجسم في أو بالقرب من الزوال. بالإضافة إلى ذلك فقد أستحدثت مناظير هائلة يتم بواسطتها رصد المنابع الراديوية القريبة من سمت الرأس. تُعطى قوة توجيه المنظار الراديوي بواسطة كفاءة التفريق α ، وهي في نفس الوقت عبارة عن مقياس لحجم المنطقة التي نستقبل منها الإشعاع في السماء وتعتمد كفاءة التفريق على قطر العاكس D وعلى طول الموجة λ للإشعاع الذي نستقبله. وعلى فرض قياس كلاهما بالأمتار فإن $\alpha = 70^\circ \times \frac{\lambda}{D}$ فعلى سبيل المثال إذا عملنا بطول موجة ١ م فإن ذلك يتطلب أن يكون قطر العاكس ٧٠ م حتى نحصل على كفاءة تفريق ١. وكفاءة التفريق هذه أسوأ بكثير مما هي في حالة المناظير البصرية. يرجع ذلك إلى أن طول الموجة الراديوية حوالي ١٠' إلى ١٠٠' مرة أكبر من الموجات البصرية. وكى نحصل على كفاءة تفريق مرضية إلى حد ما، لابد لنا من بناء مناظير راديوية عملاقة.

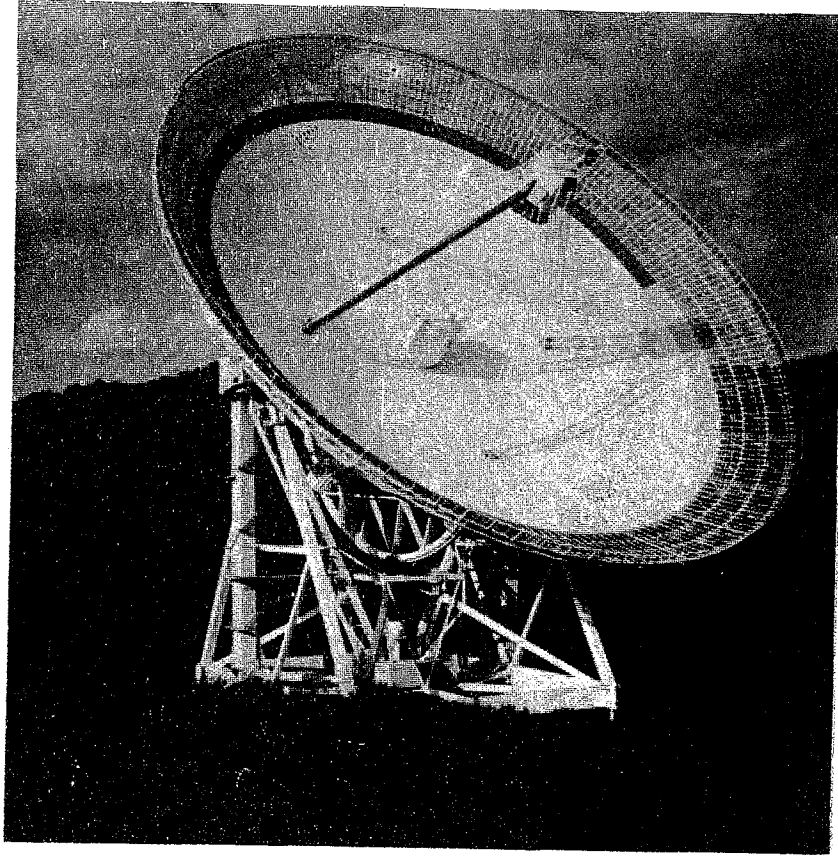
يوجد أكبر المناظير الراديوية كاملة الحركة التي

أجهزة الفلك الراديوي

radio astronomical instruments
instruments radio - astronomiques (pm)
radioastronomische Instrumente (pn)

أجهزة إستقبال وقياس ما يصل من الكون من إشعاع راديوي ذي أطوال موجية تتراوح بين أمم ٢٠ م (وهو ما يعادل ذبذبات من ٣٠٠٠ إلى ١٥ ميغا هرتز). تختلف أجهزة الفلك الراديوي كثيرا عن الأجهزة البصرية التي ندرس بها الموجات الأقصى. تتكون أجهزة الفلك الراديوي من (أ) هوائيات، (ب) مُستقبل، (ج) مجموعة التداريج والمؤشرات. وكما هو الحال في معظم الأرصاد الفلكية فإننا لا نرغب في إستقبال الإشعاع القادم من جميع الاتجاهات وإنما في المرة الواحدة من منطقة صغيرة في السماء، ويقدر الإمكان كثير من إشعاع المنطقة تحت الرصد. من أجل ذلك تُستخدم هوائيات موجهة كما هي العادة في إستقبال الموجات القصيرة جدا في كل من التليفزيون والرادار. وتتطلب الأجهزة الراديوية الفلكية شيئين أساسيين: (١) لابد أن تكون على كفاءة عالية من التوجيه أى بالتالى كفاءة تفريق جيدة، حتى يمكن على سبيل المثال التفريق بين كل من إشعاعى منبعين قريبين جدا من بعضهما وتميز كل منهما على حدة وتعيين مكانيهما بدقة، (٢) لابد أن يكون من المستطاع بواسطتها الاستدلال على الإشعاع الخافت جدا. وهذا المطلبان غير ممكني التحقيق في نفس الوقت غالبا. لهذا تم تطوير أجهزة مختلفة تخدم أغراضا كثيرة وتباين إلى حد كبير في مظهرها ومنها المناظير الراديوية وكذلك مجموعات الهوائيات المتراسة بجانب بعضها البعض وأيضاً مجموعات التداخل.

(أ) الهوائيات: المنظار الراديوي هو أقرب الأجهزة الراديوية إلى الأجهزة البصرية. وفي هذا المنظار يتم توجيه الهوائى بواسطة عاكس على شكل قطع مكافئ يعمل على تجميع ما يقابله من إشعاع في بؤرته (الشكل ١). وفي البؤرة يوضع الهوائى وهو في



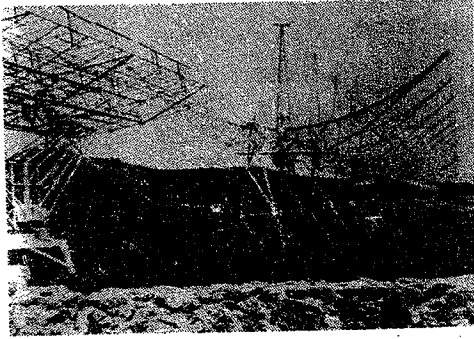
(٢) منظر معهد ماكس بلانك للفلك الراديوي ، الذي يعد
بقطره البالغ ١٠٠ م أكبر منظر راديوي كامل الحركة .

الراديوي) وهذه في أبسط صورها عبارة عن هوائين A_1 ، A_2 موضوعين على مسافة كبيرة بقدر الإمكان من بعضهما على أن يكون الخط الواصل بينهما في اتجاه الشرق - غرب تماما (الشكل ٣) . ويتصل جهاز الاستقبال عند منتصف الوصل بين الهوائين . ونحصل من خلال تداخل (أي التراكم الناتج عنه تبعاً لاتجاه الشعاع القادم تقويه أو إضعافه) الذبذبات الملتقطة في الهوائين على زيادة في كفاءة التوجيه في اتجاه الشرق - غرب ، فتعطي المؤشرات بذلك أكبر انحراف عند عبور منبع راديوي لخط الزوال ، لأن للذبذبات الملتقطة تراكماً موضحة أقصى قيمة . ويتحدد زمن هذه الرصدية يمكن معرفة إحداثي المنبع ونستطيع بذلك معرفة المطلع المستقيم بدقة . أي أن أجهزة التداخل هذه تعمل كأجهزة

بنيت حتى الآن بالقرب من جبل إيفل بقطر ١٠٠ م ويتبع معهد ماكس بلانك للفلك الراديوي ومقره بون عاصمة جمهورية ألمانيا الاتحادية . أما أكبر وأكبر منظر راديوي ثابت يوجد في أريسيو ، بيرتوريكو بقطر ٣٠٥ م وهو أكبر سطح إستقبال . إن بناء مناظير راديوية كبيرة مكلف جداً . من هنا فقد شاعت أجهزة فلكية مكونة من أنواع مختلفة من الهوائيات المسطحة . مثلاً عديد من الهوائيات ثنائية القطب منظمة بجانب بعضها أمام مستوى على شكل حائط شبكي عاكس . ومثال آخر يتكون من مجموعات هوائيات ياجي توضع أمام وخلف الهوائيات ثنائية القطب كموجهات . إنه ولكي يمكننا التحديد الدقيق لأماكن المنابع الراديوية فإننا نبني أنواعاً عديدة من أنظمة التداخل (مقياس التداخل)

مجموعتين من مقاييس التداخل على شكل صليب
ذراعية في كل من الشرق - غرب . والشمال -
جنوب .

(ب) ، (ج) المستقبل ولوحات المؤشرات :
يتصل الهوائي بجهاز الاستقبال ، الذي تتحول فيه
الذبذبات إلى ذبذبات صغيرة يجرى تقويتها واختيار
نطاق ضيق منها فقط . أى أن كل الأجهزة الفلكية
الراديوية مونوكروماتية تقيس في نطاق ضيق فقط من
طيف الإشعاع الساقط . ولابد أن يكون المستقبل
ثابتا في تقويته وحساس لدرجة كبيرة لأن الشعاع
الذى نستقبله ضيق جدا ويظهر فقط كإضطراب يعلو
بسيطا عما حوله .



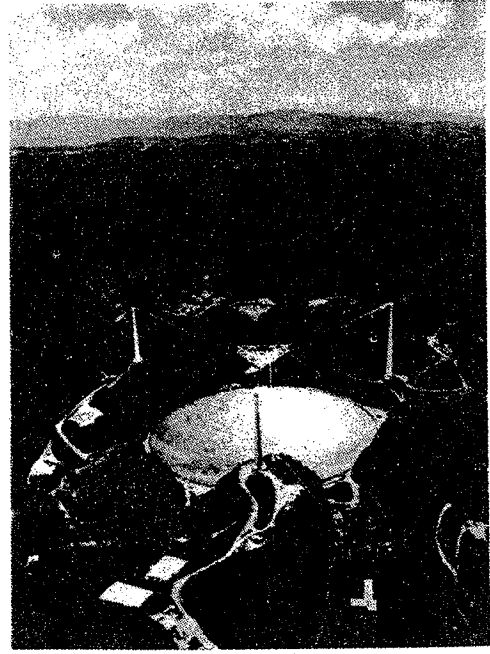
(٥) منظار مرصد يوراكان بجمهورية أرمينيا ويرى على اليسار حائط
دايول وعلى اليمين هوائى على شكل قطع مكافئ إسطوانى .

يتصل بالمستقبل مجموعات لوحات نرى عليها
شدة الإشعاع . وفي أبسط الحالات توجد مجموعات
كاتبة . ترسم على لوحة منتظمة الدوران خطا يُعبر
ارتفاعه عن صفر ما مقياسا لشدة الإشعاع الذى
نستقبله .

إحتراف

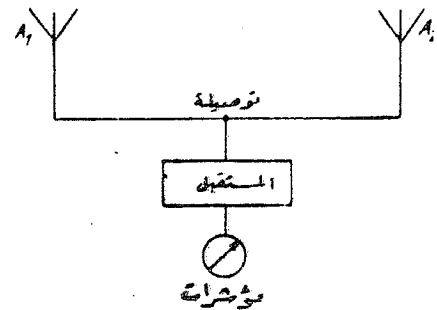
heliacal
helique
heliakisch

منسوب إلى الشمس . الشروق الإحترافى
← الشروق .



(٣) منظار بورتريكو ، الذى يعد بقطره البالغ ٣٠٥ م
أكبر منظار راديوى على الإطلاق .

عبور تتحدد كفاءة تفريقها بالنسبة بين طول الموجة
والمسافة بين الهوائيين وحديثا أستخدمت مناظير
راديوية بلغ البعد بين هوائيهما بضع آلاف
الكيلومترات . فوصلت بذلك كفاءة التفريق إلى
٠.٠٠٠٠٥ . وهو ما يقابل أكبر المناظر البصرية . إن
مثل هذه الأجهزة العملاقة لاتعمل كجهاز تداخل
مرحلى وإنما تداخل بشدة الإشعاع
← مقياس التداخل . وحتى نحصل أيضا
في الميل على دقة عالية يتم الربط بين مجموعتين أو
أكثر من التداخلات في حالة صليب - ميلس تُصنع



(٤) رسم تخطيطى لمقياس تداخل هوائيه A_1 A_2